台灣的洋桔梗病毒病害

陳煜焜

國立中興大學 植物病理學系
E-mail：ykchen@nchu.edu.tw

摘 要

洋桔梗(lisianthus, *Eustoma russellianum*) 病毒病害於過去 20 年間陸續在台灣地區發生，目前已有 9 種病毒病害被發現，包括菜豆黃化嵌紋病毒(*Bean yellow mosaic virus* , BYMV)、洋桔梗嵌紋病毒(Lisianthus necrosis virus ,LNV)、胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic virus* , CMV)、蕪菁嵌紋病毒(*Turnip mosaic virus*, TuMV)、蠶豆萎凋病毒 2 (*Broad bean wilt virus* 2, BBWV-2)、番茄嵌紋病毒(*Tomato mosaic virus* , ToMV)、藿香薊黃脈病毒(*Ageratum yellow vein virus*, AYVV)、康乃馨斑駁病毒(*Carnation mottle virus*, CarMV)和番椒葉脈斑駁病毒(*Pepper veinal mottle virus*, PVMV)。新興的洋桔梗病毒仍陸續被發現，其中包括黃金葛潛隱病毒(*Pothos latent virus*, PoLV)和咸豐草斑駁病毒(*Bidens mottle virus* , BiMoV)，將於本文中略述之，並及於部分洋桔梗病毒之研究情形。

前 言

洋桔梗[lisianthus, *Eustoma rusellianum* (Gon.) Griseb]，別稱德州藍鈴、麗缽花、或土耳其桔梗，原產於北美洲中南部，為龍膽科(family Gentianaceae)、洋桔梗屬(genus *Eustoma*)的一、二年生草本宿根花卉作物。臺灣於 1960 年代自日本引進種植，開啟本國的洋桔梗栽培產業，目前已成為我國重要的外銷花卉之一。台灣地區栽培洋桔梗以中南部的彰化、雲林、嘉義及台南等縣市為主要產區，總種植面積超過 100 公頃。洋桔梗的栽培首重品質與數量的管控，包括栽培品種的選擇、栽培管理的方式、儲運保鮮的技術、以及病蟲害的防治等等。洋桔梗的病害以病毒引起者最多，其次為真菌、細菌與線蟲，亦常見生理性的病變，如生長調節劑與農用藥肥施用不當所引起者。本文主述國內已(曾)發生及近年新興的洋桔梗病毒病害及研究近況。

洋桔梗的病害

洋桔梗病害中以病毒所引起者種類最多，目前已知可感染洋桔梗的病毒紀錄

中至少有22種，包括*Begomovirus*屬的藿香薊黃脈病毒(*Ageratum yellow vein virus*, AYVV)[17]、番茄黃化捲葉病毒(*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV)[19]；*Fabavirus*屬的蠶豆萎凋病毒(*Broad bean wilt virus 2*, BBWV-2)[28]；*Cucumovirus*屬的胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)[42]；*Tombusvirus*屬之洋桔梗壞疽病毒(Lisianthus necrosis virus, LNV)[27]、番茄叢矮病毒(*Tomato bushy stunt virus*, TBSV)[24]、洋桔梗壞疽矮化病毒(Lisianthus necrotic stunt virus, LiNSV)[24; 26]、摩洛哥番椒病毒(*Moroccan pepper virus*, MPV)[7; 41]；*Carmovirus*屬的康乃馨斑駁病毒(*Carnation mottle virus*, CarMV)[14]；*Ilarvirus*屬之洋桔梗條紋病毒(*Lisianthus line pattern virus*, LLPV)[36]、菸草條斑病毒(*Tobacco streak virus*, TSV)[21]；*Tobamovirus*屬的番茄嵌紋病毒(*Tomato mosaic virus*, ToMV)[29]、菸草嵌紋病毒(*Tobacco mosaic virus*, TMV)[25]；*Potyvirus*屬的菜豆黃化嵌紋病毒(*Bean yellow mosaic virus*, BYMV)[33]、萵苣嵌紋病毒(*Lettuce mosaic virus* , LMV)[34]、蕪菁嵌紋病毒(*Turnip mosaic virus*, TuMV)[11]、番椒葉脈斑駁病毒(*Pepper veinal mottle virus*, PVMV)[18]；*Closterovirus*屬之甘藷凹脈病毒(*Sweet potato sunken vein virus*, SPSVV)[20]；以及*Tospovirus*屬之鳶尾黃斑病毒 (*Iris yellow spot virus*, IYSV)[32]、鳳仙花壞疽斑病毒(*Impatiens necrotic spot virus*, INSV)[38]、番茄斑萎病毒(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)[35]、和洋桔梗壞疽輪斑病毒(Lisianthus necrotic ringspot virus, LNRSV)[47]。田間常見的洋桔梗病害，真菌引起者包括灰黴病(*Botrytis cinerea*)[49, 50]、萎凋病(*Fusarium* oxysporum, *F. avenaceum*)[22]、褐斑病(*Stemphylium* sp.)[30]、白絹病(*Sclerotium rolfsii*)[39]、露菌病 (*Peronospora chlorae*)[5]、菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)[47]、花腐病(*Choanephora cucurbitarum*)、立枯病(*Rhizoctonia solani*)、以及*Alternaria*和*Bipolaris*等引起的苗腐和葉斑病害。細菌病害主要有青枯病(*Ralstonia solanacearum*)和細菌性萎凋病(*Burkholderia caryophylli*)[6]。線蟲為害則以根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)所造成的根部病害最為常見[48]。

我國洋桔梗病毒病害的研究

迄今於國內被報導可感染洋桔梗的病毒依報導的先後次序分別為以下9種: 菜豆黃化嵌紋病毒(*Bean yellow mosaic virus*, BYMV)[9]、胡瓜嵌紋病毒(*Cucumber mosaic virus*, CMV)[2]、洋桔梗壞疽病毒(Lisianthus necrosis virus, LNV)[12]、蕪菁嵌紋病毒(*Turnip mosaic virus*, TuMV)[11]、蠶豆萎凋病毒2(*Broad bean wilt virus 2*, BBWV-2)[3, 13, 45]、番茄嵌紋病毒(*Tomato mosaic virus*, ToMV)[29]、藿香薊黃脈病毒(*Ageratum yellow vein virus*, AYVV)[17]、番椒葉脈斑駁病毒(*Pepper veinal mottle virus*, PVMV)[18]、及康乃馨斑駁病毒(*Carnation mottle virus*, CarMV)[14]。

或與洋桔梗栽培區域有關，歷年來我國的洋桔梗病毒病害的發現、診斷與研究工作，大多由農業試驗所植病組、台中區農業改良場環境課、與中興大學植病系的研究同行合作或獨立完成。相關研究始於1990年代或更早，第一個洋桔梗

病毒-菜豆黃化嵌紋病毒(BYMV)，是由農試所植病組張清安博士的研究團隊所報導[9]。隨後，台中場環境課的陳慶忠課長對洋桔梗病毒病害之研究積極投入，並與中興大學植病系密切合作，陸續分別發表了胡瓜嵌紋病毒(CMV)[2]、洋桔梗壞疽病毒(LNV)[12]、蕪菁嵌紋病毒(TuMV)[11]、蠶豆萎凋病毒 2 (BBWV-2)[3, 13, 45]、番茄嵌紋病毒(ToMV)[29]、及康乃馨斑駁病毒(CarMV)[14]等危害洋桔梗的病例。農試所植病組鄭櫻慧博士與同仁則發表藿香薊黃脈病毒(AYVV)[17]和番椒葉脈斑駁病毒 (PVMV)[18]的新病例。各個本土性的洋桔梗病毒病害之發生、病徵、診斷、及相關特性已詳述於研究報告，不在此贅述。僅就個人所知部分病害邇近之研究結果略述於後。

菜豆黃化嵌紋病毒(BYMV) 感染洋桔梗後，在葉片引起嵌紋、斑駁、皺葉、和具有黃化暈環的壞疽斑，並造成花瓣條紋(flower breaking)等病徵。BYMV 是菜豆(*Phaseolus vulgaris*)常見的病毒，但並未在國內發現，倒是唐菖蒲上常有 BYMV 的感染。故陳慶忠課長於 2004 年自后里地區的洋桔梗分離得 BYMV 分離株(BYMV-HL1)並由本人及同仁進行後續研究。目前 BYMV-HL1 的基因體全長度序列已解出(AM884180)，全長為 9527 個核苷酸(nucleotides, nt)，具典型的 Potyvirus 病毒基因結構與組成。其外鞘蛋白(coat protein, CP)胺基酸序列與唐菖蒲的 BYMV，如美國的 BYMV-GDD、日本的 BYMV-MB4、澳洲的 BYMV-S，有 90-95%的相同度。純化細菌表現的 BYMV-HL1 外鞘蛋白製備抗血清，可應用於 ELISA 和西方轉漬分析法以檢測 BYMV-HL1，但該抗血清與感染菜豆的 BYMV B25 分離株沒有血清反應。BYMV-HL1 機械接種可感染洋桔梗、紅藜、奎藜、西洋石竹、萬壽菊、西瓜、鳳仙花等供試植物，但不感染多種供試之莧科、藜科、菊科、葫蘆科、龍膽科、豆科及茄科等 7 科 28 種植物，特別是菜豆、豌豆、紅豆、大豆、紅豆等豆科作物(陳煜焜、李俊義等，未發表)。

洋桔梗壞疽病毒(Lisianthus necrosis virus, LNV) 於 1983 年由 Iwaki 等人於日本埼玉縣首次發現，在感染 LNV 的洋桔梗(lisianthus, *Eustoma rusellianum* (Gon.) Griseb)植株上發現系統性壞疽的病徵，除了葉片及枝梗上出現壞疽病斑，花瓣上也可以觀察到明顯的條斑(breaking)，且也有植株矮化的症狀[27, 28]。台灣地區則在 1995 年由陳慶忠與作者本人於彰化永靖地區發現並分離得 LNV-L 病毒分離株。LNV-L 病毒之形態、理化、生物學及病理學等特性均與日人所報導的 LNV[27]極為近似，包括病毒顆粒為情形，直徑約 32 nm 之球形顆粒、生體外性狀穩定可保持活性 9 週以上、寄主範圍相近似且多引起局部或系統性壞疽病徵、可經由土壤傳播等，且與 LNV 日本分離株的抗血清有類緣關係[12]。LNV 最初被歸類為 Tombusviridae 科 *Necrovirus* 屬的成員[23]。2003 年中興大學植病系詹富智教授的研究團隊完成 LNV 臺灣分離株(LNV-L) (Accession no. DQ011234)之全長核酸序列及基因體結構解析[10]。其研究結果顯示 LNV 全長共有 4764 個核苷酸，其基因體由四個轉譯架構(open reading frame, ORF)所組成，分別是 ORF 1 (2457 nt)，對應產生與病毒複製相關之 RNA 複製酶(RNA-dependent RNA polymerase, RdRp)；ORF 2 (1167 nt)，對應產生一 41 kDa 之外鞘蛋白；ORF3 (576 nt)，對應產生一

22 kDa 之移動蛋白(movement protein, MP)； ORF 4 (519 nt)，產生一 19 kDa 之蛋白。研究結果顯示 LNV-L 的基因體結構，以及基因序列相似性均近似於 *Tombusvirus* 屬的病毒，因此認為應更改 LNV 的分類地位，重新歸類為 Tombusviridae 科 *Tombusvirus* 屬的成員[10]。目前根據國際病毒分類委員會(International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV)的說法[31]，LNV 與 Tombusviridae 科 *Tombusvirus* 屬的梨衰弱病毒 (Pear latent virus, PLV)[44]和茄子斑駁皺葉病毒(*Eggplant mottled crinkle virus*, EMCV)[37]之鞘蛋白序列的比對結果皆高於 87%，因此三者應視為同一種病毒。由於 EMCV 是最早發表的命名，故 ICTV 認為 Lisianthus necrosis virus 及 Pear latent virus 是屬於 EMCV 在不同地理環境下衍生出的系統(strain)[31]。LNV 為 *Tombusvirus* 屬的病毒成員殆無疑義，但就植物病理學立場而言，以洋桔梗壞疽病毒(Lisianthus necrosis virus, LNV)稱之似乎較符現況。LNV 在埔里的康乃馨[4]與永靖的彩色海芋[15]上均有病害發生的例子。

根據前人研究，不論將正向或反向的病毒序列導入植物體內皆能誘導 siRNA 產生進而引發 PTGS，其中又以反向重複序列的構築方式能提供最佳的抗病效率。因此，作者與研究同仁嘗試建構轉基因抗性於洋桔梗，以解決洋桔梗壞疽病毒的問題。針對 LNV-L 的基因體中 RdRP、CP、MP 等基因設計了四個目標區域，構築反向重複序列於二位元載體 pBIN (pLNVRD5-IR、pLNVRD3-IR、pLNV3’CP-IR、pLNVMP-IR)，利用農桿菌轉殖法(*Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation, ATMT)將其導入模式植物菸草(*Nicotiana benthamiana*)中進行有效性測試。菸草 R_0 轉殖株的結果 LNV RdRP 基因的前半(5’端)所構築的反向重複序列 (pLNVRD5-IR)所提供的轉基因抗性為最高，可達到 80.1%，其餘三種反向重複序列構築- RdRP 基因的後半(3’端)(pLNVRD3-IR)、外鞘蛋白基因的後半(3’端)(pLNV3’CP-IR)、移動蛋白基因(pLNVMP-IR)-亦可使轉殖株產生對 LNV-L 之抗性，抗病比率依序為 32%、41.1%與 12.5%。試驗結果顯示利用相同策略應可有效地於洋桔梗上建構其對 LNV 的抗病能力[1]。

新興的病害

2010 年於嘉義新港地區發現洋桔梗葉片呈疑似病毒感染之壞疽輪紋病徵。罹病組織粗汁液內含一直徑約 30 nm 之球形病毒顆粒。病毒於 *Chenopodium quinoa* 上經三次單斑分離後，得一病毒分離株以 SG-1 稱之。病毒分離株 SG-1 以機械接種方式回接於原寄主，產生壞疽性輪紋斑，證實其對洋桔梗的病原性。部份純化的病毒樣本經 SDS-PAGE 電泳分析，可知病毒具有一鞘蛋白次單位(coat protein subunit)，其分子量約為 40 kDa，與 *Tombusvirus* 病毒屬病毒的外鞘蛋白分子量類似。西方轉漬免疫分析(western blotting) 試驗顯示受測的洋桔梗新病毒分離株(SG-1)與洋桔梗壞疽病毒(Lisianthus necrosis virus；LNV) 有血清類緣關係。自部份純化之 SG-1 病毒懸浮液抽取病毒之基因體 RNA，以 *Tombusvirus* 的簡併式引子對，進行反轉錄聚合酶鏈鎖反應(RT-PCR) 增幅病毒的基因體核酸 cDNA

片段，經選殖後進行核酸序列之解析。序列分析的結果顯示：此一洋桔梗病毒分離株(SG-1) 與 *Aureusvirus* 病毒屬中的 *Pothos latent virus* (PoLV)之核苷酸序列相同度高達 91%。目前已完成洋桔梗新病毒(SG-1) 全長基因體序列解析共 4422 nt (Accession number：AB602348)，具有 4 個 ORFs，由 5′ 端至 3′ 端分別是 RNA 複製酶基因(RdRP gene)、外鞘蛋白基因(CP gene)、移動蛋白基因(MP gene)、p14 蛋白基因(p14 protein gene)。此基因體結構與 PoLV 和其他 *Aureusvirus* 屬病毒類似。此一洋桔梗新病毒(SG-1) 與黃金病毒屬病毒(*Aureusvirus*)的鞘蛋白胺基酸相同度(amino acid identity) 為 34.1~89.8 %，其中與 *Pothos latent virus* 的相同度最高(89.8 %)。現有的證據顯示洋桔梗系統性壞疽輪紋病徵應是黃金葛潛隱病毒(*Pothos latent virus*, PoLV)所引起的新病害(陳煜焜、張怡珊等，未發表)。

同年，另於埔里地區發現葉片具有大型實心或空心之黃色圓斑，或病斑癒合而成整葉黃化之洋桔梗病株。經分離後取得病毒分離株(PL-2)，其形態、生物、理化及病理學特性均類似，且與咸豐草斑駁病毒(*Bidens mottle virus* , BiMoV)[16] 血清有類緣關係。病毒之全長度基因序列解析顯示，PL-2 分離株具有與 *Potyvirus* 相同的基因體結構，其基因體全長度為 9761 nt。外鞘蛋白基因之核苷酸序列與所對應之胺基酸序列均與 BiMoV 有高達 96%以上之相同度，顯示這是一個由咸豐草斑駁病毒(BiMoV)引起的洋桔梗新病害(陳煜焜、吳明祐等，未發表)。

結 語

洋桔梗病毒病害之研究於茲二十餘年，台灣地區已發現 11 種病毒病害。其中，可經蚜蟲傳播者 6 種(BYMV、TuMV、PVMV、BBWV-2、BiMoV 和 CMV)，粉蝨傳播者 1 種(AYVV)，無媒介土壤傳播者(non-vector soil transmission, NVST)[8, 40]有 3 種(LNV、PoLV、CarMoV)，ToMV 亦屬無需媒介但非土壤傳播的病毒。理論上蚜蟲和粉蝨傳播者，應是發生較普遍，傳播較快速的病害，然而這些病毒引起的病徵對洋桔梗的影響屬於慢性，不致於對洋桔梗產業造成衝擊。而無媒介土壤傳播的病毒，其傳播速度及發生普及性可能不若蚜蟲和粉蝨傳播的病毒，不過，NVST 的病毒亦可能藉灌溉水而傳播[43]而加速與擴大影響範圍。且，此類病毒常引起系統性的壞疽病徵，除造成影響外，壞死組織亦可能是他種病原可能侵入的開口。其中，LNV 以其所造成的急性全株系統性壞疽的病徵，應是對洋桔梗產業最具威脅性的病害， 因為一旦發生，其在短期間即會造成顯著的影響。防治上，灌溉水的去病毒處理[43]與建構轉基因抗性或許可提供參考。洋桔梗或許是先天上就是較易受病毒感染的作物，加上有針對性地投入人力、經費進行密集地研究，始有今日"豐碩"的成果。就植物防疫立場而言，能及早發現新病害才得以及時撲滅或擬定防治策略。今日"豐碩"的成果，實端賴在過去的期間，有關單位的支持與前輩及同仁的努力。鑑往可知來，新興病害的”發現”，實在是農政單位與研究同仁合作的結果，洋桔梗病毒病害如此，其他作物的新興病害應該也會是如此。

謝 辭

洋桔梗病毒病害相關之研究，已故之前台中區農業改良場陳慶忠課長之貢獻良多，敬表感謝與緬懷之意。相關研究經費主要由農委會動植物防疫檢疫局及國立中興大學提供，謹表謝忱。研究工作主要由李俊義先生、張怡珊小姐、林郁瑋小姐、趙鴻宇先生、和吳明祐先生完成，並蒙徐惠迪博士、葉錫東教授與詹富智教授指導與協助，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 林郁瑋。2015。構築抗洋桔梗壞疽病毒之轉基因抗性。碩士學位論文。中興大學植物病理學系。64 頁。
2. 陳慶忠、柯文華、陳煜焜。1998。洋桔梗上胡瓜嵌紋病毒鑑定及傳播試驗。臺中區農業改良場研究彙報 60: 1-18。
3. 陳慶忠、柯文華、曹淑麗、趙佳鴻。2001。洋桔梗上蠶豆萎凋病毒之分離與鑑定。臺中區農業改良場研究彙報 70: 51-63。
4. 陳慶忠、陳煜焜、柯文華、徐惠迪。2002。康乃馨上洋桔梗壞疽病毒之分離與鑑定。植物病理學會刊 11: 137-146。
5. 楊秀珠、謝廷芳。 1998。 洋桔梗露菌病的發生與藥劑防治。植物保護學會會刊 40:37- 48。
6. 劉興隆、曾國欽。2003。洋桔梗細菌性萎凋病。植物保護圖鑑系列 13-洋桔梗保護: 65-69。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
7. Beikzadeh, N., Peters, D., and Hassani-Mehraban, A. 2011. First report of *Moroccan pepper virus* on lisianthus in Iran and worldwide. Plant Dis. 95: 1485.
8. Campbell, R.N. 1996. Fungal transmission of plant viruses. Annu. Rev. Phytopathol. 34: 87-108.
9. Chang, C. A. and H. T. Tsai. 1993. Isolation of *Bean yellow mosaic virus* from lisianthus developing foliar mosaic and flower breaking symptoms. Plant Pathol. Bull. 2: 250-251.
10. Chang, C. H. 2003. Complete genome sequence and genetic organization of *Lisianthus necrosis virus*. Master thesis. Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C. 70pp.
11. Chao, C. H., Chen, C. C., Chang, C. A., and Chen, C. C. 2000. Identification of a *Turnip mosaic virus* isolate causing systemic yellow spotting on lisianthus. Plant Pathol. Bull. 9: 115-122.
12. Chen, C. C., Chen, Y. K., and Hsu, H. T. 2000. Characterization of a virus infecting lisianthus. Plant Dis. 84: 506-509.

13. Chen, C. C., Hu, C. C., Chen, Y. K. and Hsu, H. T. 2002. A *Fabavirus* inducing ringspot diseaase in lisianthus. Acta Hort. 568: 51-57.
14. Chen, Y. K., Chang, Y. S., and Chen, C. C. 2011. Identification of *Carnation mottle virus* from lisianthus plants in Taiwan. Plant Dis. 95: 1036.
15. Chen, Y. K., Jan, F. J., Chen, C. C., and Hsu, H. T. 2006. A new natural host of Lisianthus necrosis virus in Taiwan. Plant Dis. 90: 1112.
16. Chen, Y. K. and Lee, J. Y. 2012. First report of *Bidens mottle virus* causing mosaic and leaf deformation in garland chrysanthemum and lettuce in Taiwan. Plant Dis. 96: 464.
17. Cheng, Y. H., Chen, C. C., and Chang, C. A. 2005. Whitefly-transmitted geminiviruses in ornamental plants and their control strategies in Taiwan. Pages 95-105. *in* the Proceedings of the International Seminar on Whitefly Management and Their Control Strategy. Food and Fertilizer Tech. Cent. and Agric. Res. Inst. Pub. Taichung, Taiwan, ROC.
18. Cheng, Y. H., Chen, C. C., Liao,J. Y., Deng, T. C., and Chang, C. A. 2009. Isolation and identification of *Pepper veinal mottle virus* on lisianthus. J. Taiwan Agric. Res. 58: 196-207.
19. Cohen, J., Gera, A., Ecker, R., Ben, J. R., Perlsman, M., Gokkes, M., Lachman, O., and Antignus, Y. 1995. Lisianthus leaf curl, a new disease of lisianthus caused by *Tomato yellow leaf curl virus*. Plant Dis. 79: 416-420.
20. Cohen, J., Lapidot, M., Loebenstein, G., and Gera, A. 2001. First report of *Sweet potato sunken vein virus* occurring in lisianthus. Plant Dis. 85: 697.
21. de Freitas, J. C., Kitajima, E. W., and Rezende, J. A. M. 1996. First report of *Tobacco streak virus* on lisianthus in Brazil. Plant Dis. 80:1080.
22. El-Hamalawi, Z. A. and M. E. Stanghellini. 2005. Disease development on lisianthus following aerial transmission of *Fusarium avenaceum* by adult shore flies, fungus gnats, and moth flies. Plant Dis. 89: 619-623.
23. Fauquet, C. M., Mayo, M. A., Maniloff, J., Desselberger, U., and Ball, L. A. 2005. Virus Taxonomy: Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, USA. 1162pp.
24. Fujinaga, M., Morikawa, T., Doi, M., Yoneyama, C., Ibrahim, M., Ogiso, H., Miyamoto, K., Miyasaka, M., Ohki, T., Kameya-Iwaki, M., and Natsuaki, T. 2006. Two tombusviruses isolated from lisianthus [*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.] with necrotic stunt. Jpn. J. Phytopathol. 72: 109-115.
25. Gera, A. & Cohen, J. 1990. The natural occurrence of bean yellow mosaic, cucmber mosaic and tobacco mosaic virus in lisianthus inIsrael. Plant Pathol. 39: 561-564.
26. Ito, Y., Oda, M., Tanahashi, M., and Sano, Y. 2011. First report of lisianthus

necrotic stunt virus on *Eustoma grandiflorum* in Niigata prefecture. Bull. Facul. Agric. Niigata Univ. 64: 37-41.

27. Iwaki, M., Hanada, K., Maria, E. R. A., and Onogi, S. 1987. *Lisianthus necrosis virus*, a new necrovirus from *Eustoma russellianum*. Phytopathology 77: 867-870.
28. Iwaki, M., Maria, E.R.A., Hanada, K., Onogi, S. and Zenbayashi, R. 1985. Three viruses occurred in lisianthus plants. Ann. Phytopath. Soc. Japan 52: 355.
29. Jan, F. J., Zheng, Y. X., Chao, C. H., Ko, W. F., Chang, C. C., and Chen, C. C. 2003. Identification of a tobamovirus causing yellow mottle and stunting symptoms on lisianthus in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 12:122–132.
30. Kawaike, N., Sato, T., and Kawada,Y. 1998. Occurrence and control of the brown spot of prairie gentian, *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn., caused by *Stemphylium lycopersici* in Kochi Prefecture. Proc. Assoc. Plant Prot. Shikoku 33: 43-48.
31. King, A. M. Q., Adams, M. J., Carstens, E. B., and Lefkowitz, E. J. 2012. Virus Taxonomy – Classification and Nomenclature of Viruses. Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, Amsterdam. 1327pp.
32. Kritzman, A., Beckelman, H., Alexandrov, S., Cohen, J., Lampel, M., Zeidan, M., Raccah, B., and Gera, A. 2000. Lisianthus leaf necrosis: a new disease of lisianthus caused by *Iris yellow spot virus*. Plant Dis. 84: 1185-1189.
33. Lisa, V. and Dellavalles, G. 1987. *Bean yellow mosaic virus* in lisianthus. Plant Pathol. , 36, 214-215.
34. Lisa, V. and Gera, A. 1995. Lisianthus. Pages 443-448 in Loebenstein, G., Lawson, R.H., and Brunt, A.A. eds. Virus and Virus-like Diseases of Bulb and Flower Crops. John Wiley and Sons. West Sussex. UK. 543pp.
35. Lisa, V., Vaira, A. M., Milne, R. G., Luisoni, E., and Rapetti, S. 1990. Tomato spotted wilt in cinque specie cultivate in Liguria. Inf. Fitopatol., 40, 34-41.
36. Lisa, V., Vaira, A. M., d'Aquilio, M., Dellavella, G., Masenga, V., Milne, R. G., and Boccardo, G. 1994. Characterization of an ilavirus from lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). Acta Hort., 377, 81-89.
37. Makkouk, K. M., Koenig, R., and Lessemann, D. E. 1981. Characterization of a *Tombusvirus* isolated from eggplant. Phytopathology 71: 572-577.
38. McGovern, R. J., Polston, J. E., and Harbaugh, B. K. 1997. Detection of a severe isolate of *Impatiens necrotic spot virus* infecting lisianthus in Folrida. Plant Dis. 81:1334.
39. McGovern, R. J., Bouzar, H., and Harbough, B. K. 2000. Stem blight of *Eustoma grandiflorum* caused by *Sclerotium rolfsii*. Plant Dis. 84: 490.

40. Miyamoto Y. 1959. The nature of soil transmission in soil-borne plant viruses. Virology 7:250–51.
41. Ohki, T., Kajihara, H., and maoka, T. 2014. First report of *Moroccan pepper virus* on lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) in Japan. J. Gen. Plant Pathol. 80: 90-93.
42. Provvidenti, R. 1985. Two newly recognized hosts of *Cucumber mosaic virus*: *Eustoma grandiflorum* and *Peristrophe angustiofolia*. Plant Dis. 69: 524.
43. Rosner, A., Lachaman, O., Pearlsman, M., Feigelson, L., maslenin, L., and Antignus, Y. 2006. Characterisation of cucumber leaf spot virus isolated from recycled irrigation water of soil-less cucumber cultures. Ann. Appl. Biol. 149:313-316.
44. Russo, M., Vovlas, C., Rubino, L., Grieco, F., and Martelli, G. P. 2002. Molecular characterization of a tombusvirus isolated from diseased pear trees in southern Italy. J. Plant Pathol. 84: 1961-1966.
45. Shen, B. N. 2007. Characterization, complete genome sequence and genetic organization of *Broad bean wilt virus*-2 isolated from lisianthus in Taiwan. Master Thesis. Dept. Plant pathology. National Chung Hsing University. 57pp.
46. Shen, Y. M., Chao, C. H., Wang, F. C., Liu, H. L., and Huang, T. C. 2012. First report of stem and leaf blight caused by *Sclerotinia sclerotiorum* on eustoma in Taiwan. Plant Dis. 96:910.
47. Shimomoto, Y., Kobayashi, K., and Okuda, M. 2014. Identification and characterization of lisianthus necrotic ringspot virus, a novel distinct Tospovirus species causing necrotic disease of lisianthus (*Eustoma grandiflorim*). J. Gen. Plant Pathol. 80: 169-175.
48. Schochow, M., S. A. Tjosvold and A. T. Ploeg. 2004. Host status of lisianthus 'Mariachi Lime Green'for three species of root-knot nematodes. Hort Sci. 39: 120-123.
49. Vrind, T. A. 2005. The botrytis problem in figures. Acta Hortic. 669: 99-102.
50. Wegulo, S. N. and Vilchez, M. 2007. Evaluation of lisianthus cultivars for resistance to *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 91: 997-1001.

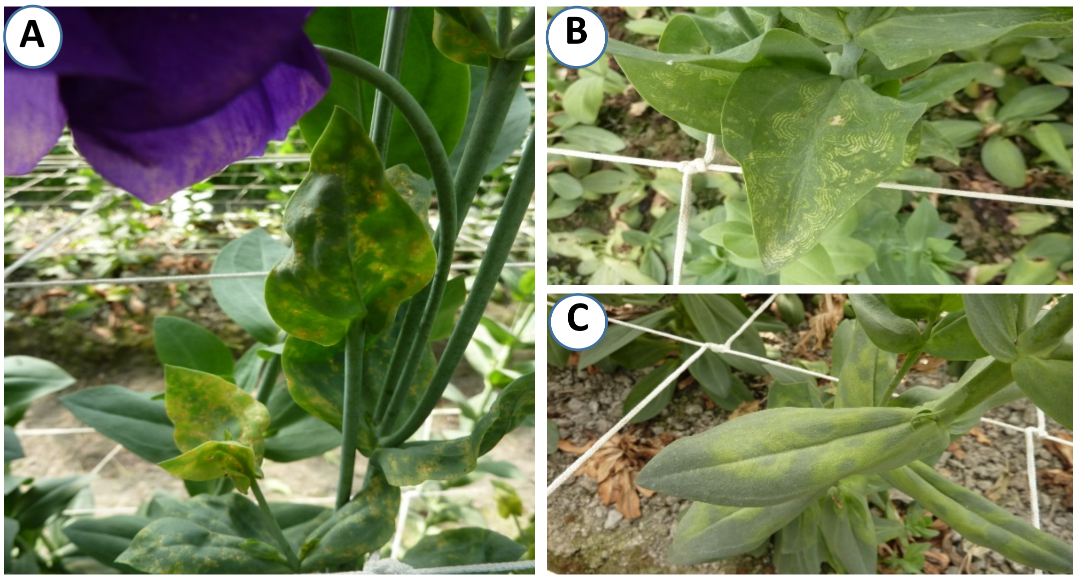
Virus Diseases of Lisianthus in Taiwan

Chen, Y. K.

Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University
Email: ykchen@nchu.edu.tw

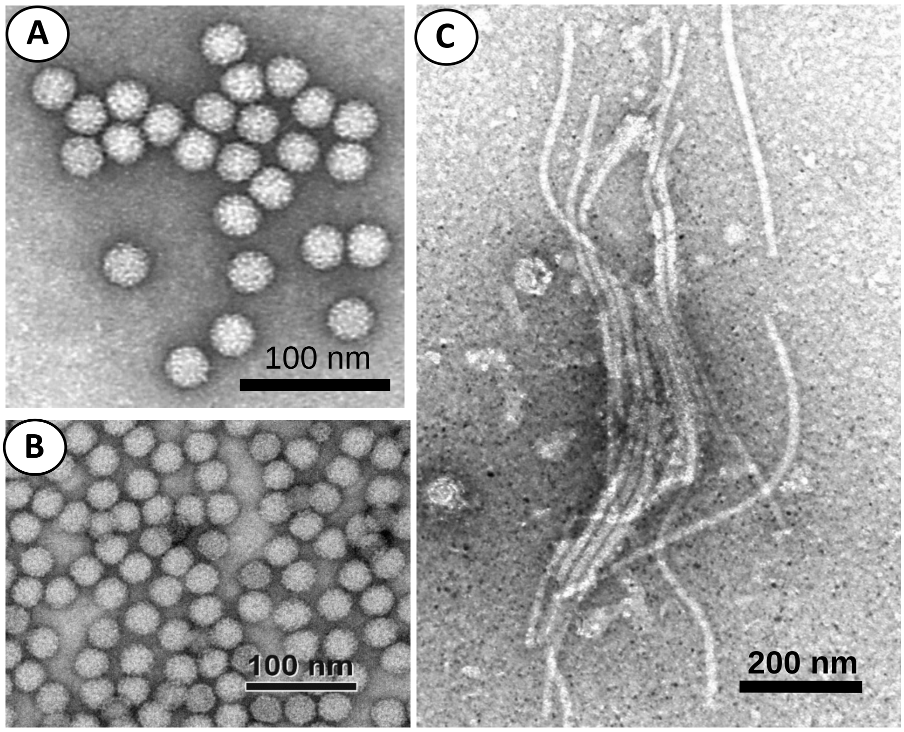
Abstract

Lisianthus (*Eustoma russellianum*) with virus infections were found field during the past decades in Taiwan. Nine different viruses have been identified in the past decade. *Bean yellow mosaic virus* (BYMV) was the first being detected in lisianthus, followed by Lisianthus necrosis virus (LNV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Turnip mosaic virus* (TuMV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Broad bean wilt virus* (BBWV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) , and *Pepper veinal mottle virus* (PVMV). Researchers have characterized most of these viruses in Taiwan serologically and molecularly. However, new viral diseases keep emerging in the field still. Some of the new lisianthus diseases caused by viruses, such as *Carnation mottle virus* (CarMV), Bidens mottle virus (BiMoV), and Pothos latent virus (PoLV), will be discussed in this seminar.



圖一、田間的洋桔梗受洋桔梗壞疽病毒(LNV)(A)，黃金葛潛隱病毒(PoLV)(B)，和咸豐草斑駁病毒(BiMoV)(C)感染後的病徵。

Figure 1. Field symptoms of lisianthus infected by Lisianthus necrosis virus (LNV)(A), *Pothos latent virus* (PoLV)(B), and *Bidens mottle virus* (BiMoV)(C).



圖二、洋桔梗病毒之形態。A、洋桔梗壞疽病毒(LNV)，B、黃金葛潛隱病毒(PoLV)，和 C、咸豐草斑駁病毒(BiMoV)。

Figure 2. Morphology of some lisianthus viruses. A, Lisianthus necrosis virus (LNV); B, *Pothos latent virus* (PoLV), and C, *Bidens mottle virus* (BiMoV).